

... immer wieder gestellte Fragen zum **SinusLeistungsSteller (cSLS, cSLSi, SLS, SLSi)**

**Frage:** *Warum muß ein SLS auf den Motor eingemessen werden?*

**Antwort:** Alle cSLS/SLS arbeiten nach dem Prinzip der feldorientierten Regelung. Der Grundgedanke der feldorientierte Regelung ist eine in jedem Arbeitspunkt ideale Ausrichtung der Strom- und Spannungszeiger zu erreichen, wodurch sich jeweils der beste Wirkungsgrad ergibt. Hierzu wird im Regler ein Modell des Motors bzw. des Antriebs gerechnet. Für dieses gerechnete Modell sind Parameter des Motors nötig, welche zunächst gemessen werden müssen und dann im SLS als Parametersatz hinterlegt werden. Zu den wichtigsten Motor-Kenngrößen zählen hierbei u.a. die Polpaarzahl, der Wicklungswiderstand und die Induktivitäten der Motorphasen.

**Frage:** *Was passiert, wenn die SLS-Parameter nicht zum Motor passen?*

**Antwort:** Selbstverständlich muß der SLS gewisse Abweichungen der Motor-Kenngrößen kompensieren können, die sich schon durch die nicht vermeidbare Erwärmung der Motorwicklung oder Exemplarstreuungen ergeben können. Bei größeren Abweichungen kann sich ein schlechterer Wirkungsgrad ergeben oder der Motor läuft schlecht, oder überhaupt nicht an (alle SLS arbeiten sensorlos!). Bei sehr großen Abweichungen (wenn das gerechnete Modell also völlig neben der Wirklichkeit liegt), können die Regelschleifen für Motorstrom und Drehzahl instabil werden, wodurch der Regler im Extremfall auch dauerhaft Schaden nehmen kann. Achten Sie daher immer darauf, daß der geladene Parametersatz zum angeschlossenen Motor paßt!

**Frage:** *Wie ist die Vorgehensweise beim Abstimmen? Was wird benötigt? Wie lange dauert es? Was kostet es?*

**Antwort:** Die Abstimmung auf den Motor muß hier bei uns im Labor erfolgen und gliedert sich im wesentlichen in zwei Schritte:

**1. Ermittlung der Motor-Kenngrößen und Abstimmung im Leerlaufbetrieb (Basis-Setup).** Hierzu benötigen wir im einfachsten Fall nur den Motor, den sie uns für die Dauer des Einmessens z.V. Stellen müssen. Der Betrieb unter Last muß dann später beim Kunden mit schrittweiser Erhöhung der Last selbst erprobt werden.

**2. Abstimmung des Antriebs unter Last (last-optimiertes Setup).** Hierfür benötigen wir idealerweise zwei identische Motoren um ein Motor-/Generatorpärchen aufzubauen: damit können wir jeden möglichen Arbeitspunkt einstellen und vermessen. Alternativ wäre auch nur ein Motor mit der später vorgesehenen Last (z.B. Propeller) möglich - die Optimierung der Abstimmung erfolgt dann nur für diesen Arbeitspunkt. Je zu ermitteltem Parametersatz fallen dabei ca. 4-8 Stunden Arbeitszeit an, die wir zu einem Stundensatz von EUR 75,- (zzgl. MwSt.) berechnen. Gerne übernehmen wir auch zusätzliche Abstimmungsarbeiten (z.B. Erstellen einer optimalen Signalkennlinie oder eines auf Ihre Anwendung optimiertes Stromprofil etc.)

**Frage:** *Muß jeder Motor (gleicher Typ) einzeln eingemessen werden?*

**Antwort:** Nein. Es muß nur jeder Motor<sup>typ</sup> eingemessen werden, nicht jedes Motorexemplar. Sofern es der gleiche Typ von Motor ist (identische Bezeichnung und gleiche Wicklung!) muß nur einmal eingemessen werden. Die zusätzlichen Kosten entstehen also nur einmalig. Sie können dieses Parameter-Setup auf eine beliebige Anzahl gleicher Antriebe übertragen.

**Frage:** *Warum gibt es keine Möglichkeit für den Benutzer, einen neuen Motor selbst einzumessen?*

**Antwort:** Das Ermitteln der Motorparameter setzt zum einen spezielle Meßtechnik und zum anderen theoretisches Hintergrundwissen und Erfahrung voraus. Da diese Voraussetzungen nicht bei allen Kunden gegeben sind (und auch mit Hinblick auf die durch Fehlanpassungen möglicherweise auftretenden Schäden), behalten wir uns vor, das Setup eines neuen Motors grundsätzlich selbst zu ermitteln. Die gemessenen motor-typischen Parameter (R, L, Kv, etc.) sowie die Einstellungen für Strom- und Drehzahlregler bleiben dabei für den Benutzer unsichtbar im Hintergrund und können vom Anwender nicht mehr verändert werden. Auf dieses Basis-Setup (bzw. last-optimiertes Setup) aufbauend, kann der Anwender zahlreiche Parameter (z.B. Strom-, Spannungs- und Temperatur-Limits) selbst verändern und seinen Bedürfnissen anpassen.

**Frage:** *Kann der SLS nur mit dem Motor benutzt werden, für den er bei Ihnen abgestimmt wurde?*

**Antwort:** Grundsätzlich muß der im SLS gespeicherte Parametersatz zum angeschlossenen Motor passen! Es ist jedoch auf Anwenderseite problemlos möglich, diesen Parametersatz gegen einen anderen Parametersatz zu tauschen und den SLS dann mit einem anderen dazu passenden Motor zu betreiben. Alle Parametersätze können vom SLS als Ganzes ausgelesen werden und in Form einer Datei auf dem PC gespeichert werden. Zur Änderung/Austauschen eines Parametersatzes benötigen Sie lediglich unser [USB-Seriell-Interface \(USI\)](#) und eine Installation des SLS-Windows-Monitors. Das USI wird ohnehin benötigt um z.B. Trace-Daten auszulesen oder Firmware-Updates einzuspielen und ist daher in den meisten Fällen schon vorhanden bzw. stellt eine lohnenswerte Investition dar. Den SLS-Window-Monitor erhalten Sie kostenlos im [Download-Bereich](#) auf unserer Homepage.

**Frage:** *Welche Motoren können mit dem SinusLeistungsSteller betrieben werden?*

**Antwort:** Es können alle 3-phasige Motoren betrieben werden, die dem Grundkonzept eines permanent erregten Synchronmotor entsprechen (PMSM, BLDC). Es ist dabei egal, ob es sich um einen Innen- oder Außenläufer handelt. Ideal (jedoch nicht zwingend nötig) ist eine sinusförmig verlaufende induzierte Spannung - weicht diese vom reinen Sinus ab, ergeben sich i.d.R. etwas schlechtere Wirkungsgrade. Durch die Sinuskommutierung ergeben sich Einschränkungen hinsichtlich der maximalen Feldfrequenz: diese sollte bei maximaler Drehzahl 1.000Hz (=60.000rpm Feld) nicht überschreiten. Bei Motoren mit sehr kleinen Wicklungs-Induktivität muß die PWM-Frequenz i.d.R. erhöht werden, um den Stromrippel klein zu halten. Dadurch entsteht zusätzliche Verlustwärme (Schaltverluste steigen!), die dann ein Derating des max. zulässigen AC-Stroms des Reglers zur Folge hat. Fremderregte Synchronmotoren oder Asynchronmotoren können i.M. nicht mit dem cSLS/SLS betrieben werden.

**Frage:** *Sind die cSLS/SLS wirklich teillast-fest?*

**Antwort:** Ja, absolut! Der auf dem Typenschild angegebene AC-Strom kann in allen Teillastfällen im vollen Umfang genutzt werden. Eine Überschreitung dieses maximalen Stroms ist praktisch nicht möglich, da die realen AC-Ströme gemessen und begrenzt werden – Überlastung ist somit ausgeschlossen. In Teillast fallen beim cSLS/SLS weniger Wärmeverluste an als bei Vollast, auf die der cSLS/SLS ausgelegt ist. Für die Wärmeverluste und somit für die Erwärmung des cSLS/SLS ist primär die Höhe des AC-Stroms verantwortlich – nicht die Drehzahl und auch nicht die umgesetzte Leistung! Ein Derating des maximalen zulässigen AC-Stromes ist bei Motoren sehr kleiner Induktivität evtl. notwendig, gilt dann jedoch auch in allen Teillastfällen.

**Frage:** *Eignet sich der SLS auch für Traktionsantriebe in Fahrzeugen?*

**Antwort:** Ja, jedoch mit gewissen Einschränkungen. Der cSLS/SLS arbeitet i.M. ausschließlich sensorlos, unterstützt also keine Hallsensoren, die z.B. für ein Anfahren am Berg mit vollem Drehmoment nötig wären. Beim sensorlosen Verfahren steht das volle Drehmoment prinzipbedingt jedoch erst ab einer gewissen Minstdrehzahl z.V.

Diese Einschränkung kann durch Einsatz einer Fliehkraftkupplung umgangen werden, wodurch ein drehmomentfreier Motoranlauf erzielt werden kann. Damit ist der cSLS/SLS mit allen seinen Vorteilen auch für Traktionsantriebe geeignet.

**Frage:** *Warum wird auf dem Typenschild der AC-Strom angegeben und nicht der DC-Strom?*

**Antwort:** Der AC-Strom ist die in der Industrie übliche Angabe. Das ist auch einfach zu erklären, denn über den AC-Strom kann mittels Motorkonstante direkt auf das Drehmoment umgerechnet werden. Mit dem DC-Strom kann zusammen mit der DC-Spannung nur auf die aufgenommene Leistung geschlossen werden – die ist aber zusätzlich noch von der Drehzahl abhängig, sagt also nichts über den aktuellen Arbeitspunkt (Drehzahl, Drehmoment) aus.

Da die AC-Ströme ohnehin für die feldorientierte Regelung vorliegen müssen (also gemessen werden müssen), liegt die Angabe des AC-Stroms auf der Hand. Der DC-Strom wird vom cSLS/SLS übrigens nicht gemessen.

**Frage:** *Welche Vorteile ergeben sich durch Sinus-Kommutierung ggü Blockkommutierung?*

**Antwort:** Die Sinus-Kommutierung erzeugt im Idealfall eine über den Umfang absolut gleichmäßiges Drehmoment also einen "runden Lauf" des Motors. ...man könnte den Unterschied mittels eines Vergleichs von runden und 6-eckigen Rädern veranschaulichen – welche Räder hätten Sie lieber an Ihrem Auto? ;-)  
Aus diesem gleichmäßigen Drehmomentverlauf ergibt sich zwangsläufig auch eine gleichmäßige Leistungsaufnahme aus der DC-Versorgung (Akku bzw. Netzteil) – dadurch besteht keine Längenbegrenzung der DC-Zuleitung. Der Wirkungsgrad des Gesamtsystems ist höher (speziell in Teillast) und es wird keine Blindleistung aus der Versorgung entnommen. Ferner ergibt sich durch die Sinus-Kommutierung ein fast geräuschfreier Betrieb – das hochfrequente "Fiepen und Quietschen" der Blockkommutierung entfällt völlig.

**Frage:** *Ist der Betrieb an einem Konstanter (bzw. Akku mit angeschlossenem Ladegerät) möglich?*

**Antwort:** Prinzipiell: JA - denn der cSLS/SLS "merkt" nicht, ob er seinen Strom aus eine Akku oder einen Netzteil bezieht ;-). ... bei Versorgung aus einem Netzteil/Konstanter muß jedoch sichergestellt werden, daß der cSLS/SLS nicht generatorisch zurückspeist (z.B. schnelles Abbremsen einer Schwungmasse) bzw. das Netzteil nicht nur Strom liefern (source) sondern auch Strom aufnehmen kann (sink). Bei Nichterfüllung dieser Bedingungen kann beim Rückspeisen die maximal zulässige Spannung des cSLS/SLS oder des Netzteils sehr schnell überschritten werden. Ein solcher Fall kann bis zum Totalausfall von cSLS/SLS und/oder Netzteil führen! Bei Akkubetrieb mit angeschlossenem Ladegerät sollte darauf geachtet werden, daß die maximale DC-Spannung des verwendeten cSLS/SLS in keinem Fall überschritten wird. Manche Ladegeräte erzeugen sehr hohe Spannungsspitzen (z.B. Entsulfatierung von Bleiakkus), die dem cSLS/SLS schaden könnten. Dies gilt im besonderen Maße, wenn der Akku aus mehreren in Reihe geschalteten 12V-Bleiakkus besteht, welche jeweils mit einem separaten 12V-Ladegerät nachgeladen werden – hier können sich die Spitzen der einzelnen Ladegeräte zu gefährlichen Spannungen aufaddieren! Im Zweifelsfall sollten Sie daher den cSLS/SLS beim Nachladen des Akkus vom Akku trennen.

**Benutzen Sie zum Einschalten des Reglers in jedem Fall die dafür vorgesehene Vorladefunktion (interne Vorladeschaltung des cSLS/SLS, externe AVS2 oder EBS)! Insbesondere dann, wenn der Regler nahe seiner maximalen DC-Spannung betrieben wird. Hartes Einschalten über einen mechanischen Schalter erzeugt unzulässig hohe Ladeströme in die ELKOs und zusätzlich gefährliche Überspannungen, die zum Zerstören des Reglers führen können! (siehe auch [P03.pdf](#))**

**Ein so beschädigter Regler birgt die Gefahr eines Akku-Kurzschlusses und dadurch bedingt die Gefahr eines stehenden Lichtbogens!**

**Frage:** *Welche Angaben werden benötigt, um uns ein Angebot zu machen unter Verwendung des für unsere Anwendung optimalen SLS?*

**Antwort:** Gerne helfen wir bei der Auswahl des richtigen cSLS/SLS. Für die Beurteilung Ihres Falles benötigen wir folgende Angaben (idealerweise schriftlich per eMail: [info@SinusLeistungsSteller.de](mailto:info@SinusLeistungsSteller.de)):

- Als Einführung eine kurze, allgemeine Beschreibung Ihres Vorhabens.
- Haben Sie schon einen Motor ausgewählt? Wenn ja, welchen?
- Wie wird die Antriebsenergie bereitgestellt? (durch Akku, Netzteil, Hybrid, Brennstoffzelle, etc.)
- Höhe der DC-Spannung (min, nom, max)
- Höhe der maximalen Drehzahl
- Höhe der umgesetzten Leistung (nom, max, maximale Zeit für Pmax)
- Möglichkeit der Kühlung (Luftkühlung, Wasserkühlung)
- handelt es sich um Privatprojekt oder ein gewerbliches Projekt (geschätzte Stückzahl p.a.)?
- Ihre Adresse bzw. die Lieferadresse

**Frage:** *Sie liefern nach eigenen Angaben nur innerhalb Europas: Wieso das? Wie komme ich an einen SLS, wenn ich außerhalb Europas lebe?*

**Antwort:** Wir möchten uns nicht mit dem "Papierkrieg" beschäftigen müssen, der für den Export von Waren ins Ausland anfallen würde. Der EU-Binnenmarkt erleichtert es uns, über die Grenzen von Deutschland ins benachbarte EU-Ausland zu liefern. Alles was darüber hinaus geht, wickeln wir über ein in Deutschland ansässiges Import/Export-Unternehmen ab. Leider arbeitet dieses Unternehmen nicht umsonst - es fallen also zusätzliche Kosten für deren Dienste an. Gerne stellen wir auf Anfrage einen Kontakt für Sie her!

**Frage:** *Ich habe keinen einzigen Händler gefunden, über den ich SLS beziehen könnte...*

**Antwort:** Wir vertreiben den cSLS/SLS ausschließlich selbst und nicht über Zwischenhändler. Der cSLS/SLS ist nicht "Plug&Play" und muß abgestimmt werden (s.o.). Das läßt sich über den Zwischenhandel nicht bzw. nur sehr schwer bewerkstelligen.

**Frage:** *Ist die angebotene Wasserkühlung für cSLSi und SLSi see-/salzwasserfest?*

**Antwort:** Nein. Eine seewasserfeste Ausführung würde z.B. den Einsatz einer seewasserfesten Aluminium-Legierung bedeuten, die jedoch einen erheblich schlechteren Wärmeleitwert hätte – die Kühlung des cSLS/SLS wäre damit schlechter. Wir empfehlen für Anwendungen, die dauerhaft in Seewasserumgebung betrieben werden sollen ein 2-Kreis-Kühlsystem, wobei der innere Kühlkreislauf mit normalen Wasser (evtl. mit geeignetem Frostschutzmittel) betrieben wird und die Wärme über einen Wärmetauscher an das Meerwasser abgeleitet werden kann.

**Frage:** *Ich habe meinem cSLS ein Firmware-Update aus dem Downloadbereich aufgespielt. Jetzt leuchtet die rote LED nach dem Einschalten...*

**Antwort:** Kein Grund zur Sorge! Ab Firmware-Version 1.480 signalisiert die rote LED zusätzlich ein ungültiges PWM-Eingangssignal. *Ungültig* bedeutet dabei: außerhalb des zulässigen Bereichs (800µs..2200µs, kein Sollwertgeber angeschlossen) oder direkt nach dem Einschalten: nicht im Neutralbereich der im cSLS/SLS abgelegten Signalkurve (Schutz vor unbeabsichtigten Anlauf nach dem Einschalten). Sobald sie ein gültiges Sollwertsignal (z.B. vom SG2) anschließen und dieses in den Neutralbereich bringen, sollte die rote LED verlöschen.

**Frage:** *Muß beim Einschalten (bzw. vor dem Verbinden des Reglers mit dem Akku) zwingend ein Vorladen der Eingangs-ELKOs erfolgen?*

**Antwort:** Hartes Einschalten kann zu Schäden am SLS durch Überstrom bzw. Überspannung führen! Wir haben entsprechende Untersuchungen durchgeführt (siehe [P03.pdf](#)) und kommen zum Ergebnis, daß das Vorladen zwingend notwendig ist.

Nutzen Sie dazu die im SLS eingebaute Vorladeschaltung („dünner roter Draht“), eine externe [AVS2](#) oder unseren [EBS](#). Wir übernehmen keine Garantie bei Schäden, die durch Einschalten ohne vorheriges Vorladen entstehen!

Diese FAQs werden regelmäßig ergänzt...